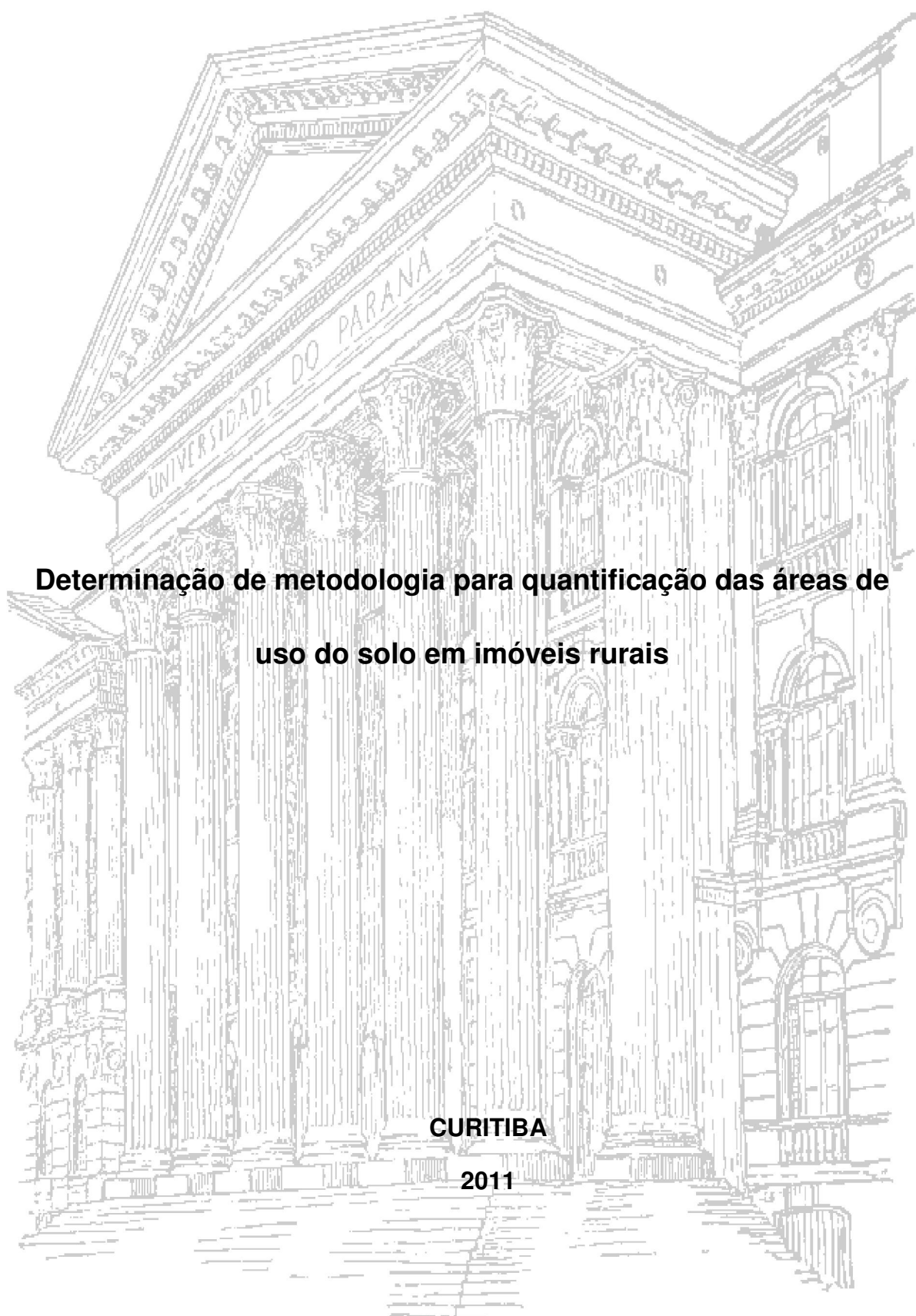


TARCINO LUIZ DAVANTEL

**Determinação de metodologia para quantificação das áreas de
uso do solo em imóveis rurais**

CURITIBA

2011



TARCINO LUIZ DAVANTEL

**Determinação de metodologia para quantificação das áreas de
uso do solo em imóveis rurais**

Monografia apresentada como requisito à obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, Curso de Especialização em Geoprocessamento, CIEG – Centro Integrado de Estudos em Geoprocessamento- Universidade Federal do Paraná.

Orientadores: **Prof^a. Ms. Lisana Katia Schmitz**

Prof^o. Wilson Holler

CURITIBA

2011

TERMO DE APROVAÇÃO

TARCINO LUIZ DAVANTEL

Determinação de metodologia para quantificação das áreas de uso do solo, em imóveis rurais

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no Curso de Especialização em Geoprocessamento, Setor de Tecnologia, Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: **Prof^ª. MSc. Lisana Katia Schmitz**

Curso de Especialização em Geoprocessamento – UFPR

Prof^º. Wilson Holler

Curso de Especialização em Geoprocessamento - UFPR

Curitiba, 22 de junho de 2011.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários e clientes da TerraSat – Planejamento, Topografia e Geodésia S/S.

Pelo apoio a este treinamento, indispensável na obtenção à melhoria do meio ambiente e do agronegócio.

Aos professores e orientadores Lisana Katia Schmitz e Wilson Holler pela competência e presteza.

À secretária do CIEG, Maria Inês de Oliveira, pela paciência e dedicação.

Aos colegas, pela ajuda, amizade e compromissos com causas tão nobres.

A minha família, pais, filhos e especialmente a minha querida esposa, Evely, pela sua grandiosidade e amor.

A **Deus**, por me conduzir na escola da vida.

RESUMO

O presente estudo pautou-se em um grande imóvel rural localizado no norte do Paraná, pertencente aos municípios de Ortigueira-Pr e Faxinal-Pr que foi invadido pelo MST- Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, nos anos de 2003 e 2005. Por designação do poder judiciário, deverá ser delimitada e quantificada as diversas classes temáticas de uso do solo deste imóvel, bem como avaliar as suas alterações após a data das invasões a fim de calcular a perda patrimonial e os lucros cessantes. A metodologia proposta permitiu reunir e gerar elementos para uma rotina de procedimentos para poder classificar e quantificar as classes temáticas na época pré-invasão e na época pós-invasão. Foram adquiridas imagens de satélites tempestivas a estes dois momentos e fazendo-se valer de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento é possível elaborar um laudo pericial, relatando ao poder judiciário os danos ocorridos, tanto no que se refere aos fatores econômicos como os relacionados às questões ambientais. Para isso, foi necessária a busca das técnicas adequadas para criação de uma base de dados geográficos e de processamento digital de imagens de satélite, entre elas: tratamento, georreferenciamento e classificação. Além disso, foram criados gráficos visualizadores da percentagem de ocupação de cada classe temática e a sua respectiva variabilidade provocada ao longo da ocupação pelos invasores. Com esta poderosa ferramenta torna-se possível criar peças técnicas incontestáveis, que auxiliaram enormemente ao judiciário no momento de proferir a sentença final do processo indenizatório. Além de proporcionar ao profissional responsável pelo levantamento de dados no imóvel uma forma precisa e bastante segura de relatar os fatos e quantificar as perdas econômicas e ambientais.

Palavras-chave: Classes temáticas, geoprocessamento, sensoriamento remoto, laudo pericial.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espectro Eletromagnético e Resolução Espectral	17
Figura 2 – Localização do imóvel analisado.....	23
Figura 3 – Coletora de sinal de GPS –GS20.....	24
Figura 4 – Software Topográfico Posição	25
Figura 5 – Poligonal da Fazenda N Sra do Carmo.....	27
Figura 6 – Medição de área da poligonal pastagem.....	29
Figura 7 – Imagem recortada LANDSAT 7.....	32
Figura 8 – Imagem recortada ALOS.....	32
Figura 9 – Mapa Temático classificação supervisionada 2002.....	34
Figura10 – Mapa Temático classificação supervisionada 2009.....	35
Figura11– Distribuição percentual das classes em 2002	36
Figura12 – Distribuição percentual das classes em 2009	37
Figura13 – Distribuição das áreas em 2002 e 2009	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação da imagem pela resolução espacial	16
Quadro 2 – Principais características dos sensores dos satélites LANDSAT.7	18
Quadro 3 – Apresentação comparativa dos sensores ALOS.....	19
Quadro 4 – Quantificação de áreas das classes mapeadas.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
1.1. OBJETIVOS	10
1.1.1. Objetivo geral	10
1.1.2. Objetivos específicos.....	10
1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	10
1.3. METODOLOGIA.....	10
1.4. ESTRUTURA DE TRABALHO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1. INDICES DE PRODUTIVIDADE RURAL	12
2.2. CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO.....	15
2.2.1. Legislação estadual.....	13
2.3. TIPOS DE SENSORES DE SATÉLITES.....	15
2.3.1. LANDSAT:.....	17
2.3.2. ALOS.....	18
2.4. NAVSTAR - GPS.....	20
2.5. SENSORIAMENTO REMOTO:	20
2.5.1. Processamento Digital de Imagem.....	20
2.5.2. Classificação de imagem.....	21
2.5.2.1. Classificação Supervisionada.....	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1. LOCALIZAÇÃO DO IMÓVEL EM ESTUDO :	22
3.2. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA:.....	23
3.2.1. GEOLOGIA:	23
3.2.2. Tipos de Vegetação:.....	23
3.2.3. Tipo de Clima e Relevo:	23
3.3. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADO NO PROCESSO:.....	24
3.3.1. Imagens de satélite e coletoras de sinais de GPS:	24
3.3.2. Hardware:.....	25
3.3.3. Softwares:	25
3.4. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSO:.....	26
3.4.1. Aquisição das imagens de satélites.....	26
3.4.2. Processamento das imagens	26

3.4.2.1. Recorte da Poligonal.....	26
3.4.2.2. Classificação Supervisionada.....	27
3.4.2.3. Cálculo das poligonais segregadas.....	29
3.4.3 Cálculo dos índices de produtividade.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Qualidade das imagens.....	31
4.2. Classes Temáticas.....	33
4.3. Interpretação dos Índices de produtividade.....	38
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	41

1. INTRODUÇÃO

A forma como procedeu a distribuição de terras em certas regiões do Paraná não condiz com a fertilidade natural destes solos e com seu clima, altamente favorável às práticas “agrosilvipastoris”. Esta distribuição fora feita de uma forma totalmente injusta, onde *“poucos têm muito e muitos têm pouco”*. Este processo desencadeou um inconformismo latente nas classes sociais carentes de renda e perspectivas de melhora de vida, que se agravou com o desinteresse do governo de promover uma reforma agrária, mansa e pacífica, sem ferir o direito de posse adquirida dos então proprietários que insistam em se manterem donos de latifúndios improdutivos.

Estes fatos ocasionaram o aparecimento de instituições como o MST (Movimento dos Sem Terras), que promovem invasões em imóveis rurais, ditos de improdutivos pela liderança deste movimento e de produtivos pelos seus proprietários. Formam verdadeiros exércitos de famílias, com indivíduos que vivem em condições subumanas e reclamam o seu direito de posse da terra. Alguns membros, deste movimento, não possuem tradição agrícola em razão de a sua origem ser suburbano e total desconhecimento em relação às leis ambientais. Os imóveis invadidos sofrem brutais depredações, tanto no contexto econômico como destruição de plantações e pastagens, como também no contexto ecológico com a destruição de remanescentes da “Mata Atlântica”.

Ocorre que muitos imóveis invadidos são produtivos e estão cumprindo sua função social, mas a reintegração de posse destes imóveis é morosa e quando esta ocorre o imóvel invadido sofre danos que por vezes são irreversíveis. É compreensível a morosidade da justiça, em razão de não possuir peças técnicas que lhe permitam promover sentenças mais rápidas e seguras, pois os magistrados são profundos conhecedores das leis, mas vagueiam quando se diz respeito às ciências da terra. O entrave para obter estes dados é que se consegue avaliar o imóvel no estado presente, mas como proceder para se fazer o inventário deste imóvel no passado, ou seja, antes de ser invadido? Em quem o magistrado deverá acreditar? No autor da ação que requer a reintegração de posse do imóvel e alega que os invasores depredaram o seu imóvel ou no requerido (invasores), afirmando que o imóvel já apresentava depredado antes da invasão. Portanto, se faz necessária a

presença de um profissional qualificado nos processos judiciais para fabricarem as tais peças. Este profissional é denominado de “PERITO” e conta com uma ferramenta de vital importância que se chama “SIG” (Sistema de informações Geográficas), que aglutinando várias técnicas de Sensoriamento Remoto, pode compor um relatório preciso e incontestável e que poderá promover a tão sonhada paz no campo.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Georreferenciar, e classificar o uso do solo para detectar e quantificar níveis de alterações da cobertura vegetal, com o cruzamento de informações oriundas de dados multitemporais de Sensoriamento Remoto através de um Sistema de Informação Geográfica. Relatar e quantificar os prejuízos provocados ao proprietário do imóvel pelo desaparecimento dos semoventes, compostos de bubalinos, bovinos e eqüinos, dos lucros cessantes, além da depredação das benfeitorias ocasionada pelos invasores. Também deverá ser feito um levantamento de análise, relatando os possíveis prejuízos provocados ao meio ambiente.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Detectar alterações na cobertura vegetal utilizando imagens orbitais de média resolução;
- b) Analisar ao longo de 07 anos, entre 2002 a 2009, a cobertura vegetal, identificando e quantificando as alterações;
- c) Cruzar informações oriundas das técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica, para a confecção dos produtos finais indicando a distribuição espacial dos níveis de alterações da cobertura vegetal.

1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Subsidiar o poder judiciário para promover uma sentença onde constem os valores a indenizar a quem de direito deva, os danos causados ao meio ambiente e a estagnação de lucros cessantes torna-se fundamental para análise e quantificação

das modificações que ocorreram ao longo de 06 anos, período que perdura a invasão pelo MST no imóvel objeto de estudo. Como o autor deste trabalho é freqüentemente nomeado “perito judicial” para questões do reclame de direito à posse da terra, a seqüência metodológica a ser apresentada será uma rotina nas perícias vindouras. Estas invasões de terra são feitas muitas vezes de forma violenta e colocando em risco a integridade física de pessoas que adentrem ao imóvel invadido sem a devida autorização dada pelos líderes dos invasores. Portanto, o uso do sensoriamento remoto nestas questões, torna-se adequado, pois é uma técnica não intrusiva de avaliar as alterações no imóvel.

1.3. METODOLOGIA

Coletaram-se pontos de controle, aleatoriamente no imóvel analisado, que integrados com imagem de satélite das duas épocas, pré e pós invasão obteve-se o georreferenciamento e em seqüência a classificação das classes de uso de solo, pelo método supervisionado por Maximo Verossimilhança. Não houve necessidade de pós-processamento dos pontos de controle, pois estes só prestaram para localizar as cenas das imagens de satélite.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 1, procurou-se, de forma sucinta, caracterizar o objeto, o problema, a relevância e antecedentes do estudo, além de destacar o tema e argumentar sobre a importância do estudo.

No capítulo 2, baseado na revisão literária, formulou-se a fundamentação teórica e metodológica do estudo.

No capítulo 3, fez-se descrição precisa dos métodos, materiais e técnicas e equipamentos, afim se repetir os procedimentos por diversas vezes em casos semelhantes.

No capítulo 4, os resultados são apresentados de forma precisa e clara além da análise dos dados. Indica as aplicações e limitações teóricas e práticas dos resultados obtidos.

No capítulo 5, é a recapitulação sintética dos resultados e da discussão, apresenta deduções lógicas correspondentes aos objetivos propostos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. INDICES DE PRODUTIVIDADE RURAL

Varella (1998, pg248) nos lembra que a Lei nº 8.629/93 traz em seu artigo 6º a definição da propriedade produtiva, como sendo aquela que, explorada econômica e racionalmente, atinge, simultaneamente, graus de utilização da terra (GUT) e de eficiência na exploração (GEE), segundo índices fixados pelo órgão federal competente (INCRA). O GUT deve ser no mínimo de 80% e é calculado pela relação percentual entre a área efetivamente utilizada e a área aproveitável total do imóvel. Consideram-se áreas efetivamente utilizadas as áreas plantadas com produtos vegetais; as áreas de pastagens nativas e plantadas, observando o índice de lotação por zona de pecuária fixada pelo Poder Executivo; as áreas de exploração extrativa vegetal ou florestal, observando os índices de rendimento estabelecidos pelo órgão competente, variáveis para cada Microrregião Homogênea, e pela legislação ambiental; as áreas de exploração de florestas nativas, de acordo com o plano de exploração e nas condições estabelecidas pelos órgãos competentes e as áreas sob processos técnicos de formação ou recuperação de pastagens ou de culturas permanentes, conforme o parágrafo 3º do mesmo artigo. O GEE, por sua vez, deve ser igual ou superior a 100%, e é obtido de acordo com a atividade exercida na terra, sendo: para os produtos vegetais, divide-se quantidade colhida de cada produto pelos respectivos índices de rendimento estabelecidos pelo órgão competente, variáveis para cada microrregião, para a exploração pecuária, divide-se o número total da unidade animal (UA), do rebanho pelo índice de lotação estabelecido pelo órgão competente e soma-se aos resultados anteriores dividido pela área efetivamente utilizada e multiplicada por 100.

Yee (2006, pg18) comenta que o computo de animais, no caso de bovinos e/ou bubalinos dentro da propriedade, é um dos problemas reais na atualidade. Torna-se necessária esta contagem na avaliação administrativa por parte do Instituto Nacional de Colonização e de Reforma Agrária – INCRA, para efeito de avaliação da produtividade (ou a improdutividade) da propriedade.

2.2. CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO

A denominação de Reserva Legal (RL) e Área de Preservação Permanente (APP), hoje vigente no ordenamento jurídico brasileiro, vieram a partir da Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o novo Código Florestal Brasileiro e foi modificado pelas Medidas Provisórias 1956-50, de 26 de maio de 2000, e Medida Provisória 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, em vigor pela força da Emenda Constitucional 32/2001. De onde se extrai o conceito: *“Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção da fauna e flora nativas”*.

2.2.1. Legislação Estadual.

A Lei nº. 11.054, de 11 de janeiro de 1995, dispõe sobre a Lei Florestal do Estado do Paraná. Esta lei aplica-se de forma concorrente a todas as disposições do Código Florestal Brasileiro e legislação federal pertinente, e define no art. 7º: *“as florestas e demais formas nativas de vegetação consideradas reserva legal devem representar, em uma ou várias parcelas, um mínimo de **20%** da propriedade rural. Visando manutenção de tecido florestal em nível de propriedade e ficando seu uso permitido somente através de técnicas de manejo que garantem a sua perpetuidade”*.

Para compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, o Estado do Paraná institui o Sistema de Manutenção, Recuperação de Proteção da Reserva Florestal Legal e áreas de Preservação Permanente – **SISLEG**, através do Decreto nº. 387, de dois de março de 1999. É propósito de o Sistema levar o Estado a ter um índice no mínimo de 20% (vinte por cento) de cobertura florestal através da conjugação de esforços do Poder Público e da Iniciativa Privada.

Em seu conteúdo no art. 4º são definidas as seguintes denominações:

- a) Reserva Florestal Legal – as florestas e demais formas de vegetação representadas em uma ou várias parcelas, em pelo menos 20% da área total

da propriedade rural, com uso permitido apenas através de técnicas de manejo que garantam a sua perpetuidade.

- b) Reserva Florestal Legal Coletiva Privada – a área de vegetação florestal nativa, de domínio privado, abrigando Reservas Florestais Legais de outros imóveis;
- c) Reserva Florestal Legal Coletiva Pública – a área de vegetação florestal nativa, adquirida pelo Poder Pública para compor Unidade de Conservação, destinada a abrigar Reservas Florestais Legais de outras propriedades particulares, mediante registros públicos;
- d) Preservação Permanente – as florestas e demais formas de vegetação situadas em áreas elencadas nos artigos 2º e 4º da Lei Federal nº. 4771 de 15 de setembro de 1965;
- e) Corredores da Biodiversidade – as faixas ao longo dos principais rios e afluentes das diversas bacias hidrográficas do Estado do Paraná, conforme proposto no Programa Rede da Biodiversidade priorizando áreas do território estadual para planejamento ambiental;
- f) Biomas – as regiões fitogeográficas do Estado, cada um composto pela formação florestal dominante e seus ecossistemas associados, sendo definidos para efeito desde Decreto os Biomas Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) e Floresta Estacional Semidecidual.

Sucessivamente ao decreto acima e dando continuidade aos seus objetivos, foi aprovado o Decreto nº. 3.320, de 12 de julho de 2004, que estabelece os critérios, normas, procedimentos e conceitos aplicáveis ao SISLEG. Nele estão constituídos instrumentos que possibilitam a implementação da Rede da Biodiversidade do Estado do Paraná e em seu conteúdo está descrito várias alternativas às situações relacionadas com a Reserva Legal, definindo a possibilidade a alocação no próprio imóvel, ou em outro imóvel de reserva florestal legal coletiva pública, ou coletiva privada.

No art. 14 do Decreto nº. 3.320 foram acrescentadas ao art. 4º do Decreto nº. 387, de dois de março de 1999, as seguintes definições:

- a) **Imóvel** – área de terra individualizada, delimitada e registrada junto ao Cartório de Registro de Imóveis respectivo, através da matrícula ou transcrição;
- b) **Imóvel com Reserva Legal Própria:** o que possui, no mínimo, 20% (vinte por cento) de sua área com cobertura vegetal, devidamente averbada na respectiva Matrícula no Cartório de Registro de Imóveis, a título de Reserva Legal;
- c) **Imóvel com Reserva Legal Cedida:** o que possui, além da sua Reserva Legal própria, um excedente de área de vegetação nativa, também averbada como Reserva Legal, porém, vinculada a outros imóveis, com as averbações às margens das respectivas matrículas, podendo esta Reserva Legal ser pública ou privada;
- d) **Imóvel com Reserva Legal Recebida:** o que, não possuindo Reserva Legal própria, parcial ou total, tem a sua Reserva Legal localizada em outro imóvel público ou privado, com averbação na(s) respectiva(s) matrícula(s);

2.3. TIPOS DE SENSORES DOS SATÉLITES

Liu (2006, pg.03) contempla o satélite como uma máquina fantástica que possui lentes em vários comprimentos de onda eletromagnéticas e vigia cada pedaço do planeta Terra para informar rapidamente e minuciosamente o que está acontecendo nele em uma altitude acima de 600 quilômetros e em uma velocidade de centenas de minutos para circular o globo terrestre num pólo ao outro, de uma vez. Essas lentes vivas são dotadas de sensores que captam várias faixas de energia da onda eletromagnética, que se originam da radiação solar refletida e emitida pelos objetos presentes na superfície da Terra.

De acordo com CRÓSTA, (1992, pg.21), o termo “resolução” é muito usado em sensoriamento remoto quando se trata de imagens, e esta pode ser espacial, espectral, radiométrica e temporal. Segundo Antunes (2007, pg.14) resolução espacial corresponde à área do terreno representada por um pixel na imagem. O tamanho do pixel está diretamente relacionado à informação contida na imagem,

quanto menor o pixel mais detalhes podem ser extraídos da imagem, logo melhor a resolução. O tamanho do pixel depende das características de cada sensor a resolução espacial é em função do ângulo de visada do sensor e a altura da plataforma. O mesmo autor cita que a resolução espectral é definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada cena. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior é a resolução espectral de um sensor. A resolução radiométrica é dada pelo número de níveis digitais, representando níveis de cinza. Quanto maior o número de níveis, maior a resolução radiométrica. A resolução temporal corresponde ao tempo que o satélite leva para passar por um mesmo local. Os sistemas sensores mais comuns, dos satélites LANDSAT e ALOS, possuem resolução radiométrica variando entre 6 e 8 bits, o que significa 64 a 256 variações de níveis de cinza .

Liu (2006, pg.48) classifica os satélites artificiais de uso terrestre como sensores de alta **resolução espacial** de 0,62 metros a 1,00 metros, tais como IKONOS, QUICKBIRD, WORLVIEW -2 e GEOEYE-1. Os de média resolução, tais como ALOS e LANDSAT, têm resolução espacial de 10 metros a 30 metros, respectivamente. Isto implica em dizer que objetos imagiados por estes sensores somente serão visíveis se possuírem dimensões superiores as suas resoluções espaciais.

Tamanho do Pixel (metros)	Sensores	Aplicações
0,67 – 5 - ALTA	Quickbird, Ikonos	Mapeamento em escalas grandes
10 – 30 – MÉDIA	LANDSAT, ALOS	Mapeamento em escala média. Meio ambiente e uso Agrosilvipastoril

Quadro 1 – Classificação da imagem, quanto à resolução espacial.

Fonte: Elaboração: Antunes (2007).

Para uma melhor compreensão do conceito de resolução espectral, Jensen e Jackson (2001) destacam dois pontos importantes: o comprimento de onda detectado pelo sensor e a quantidade de faixas espectrais. A Figura 1. A - apresenta as diferentes regiões do espectro eletromagnético utilizado em sensoriamento remoto, destacando a faixa do visível. A Figura 1. B - mostra o comprimento de onda detectado pelas bandas de dois sistemas sensores (destaques em vermelho e azul).

primeiro sistema sensor (vermelho) tem um grande número de bandas espectrais e uma grande sensibilidade espectral. O outro sistema sensor (azul) possui poucas bandas e uma menor sensibilidade espectral. Comparando os dois sistemas sensores, verifica-se que o primeiro pode caracterizar e distinguir melhor um objeto na imagem do que o outro sistema. Portanto, quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior a discriminação do alvo na cena e melhor a resolução espectral.

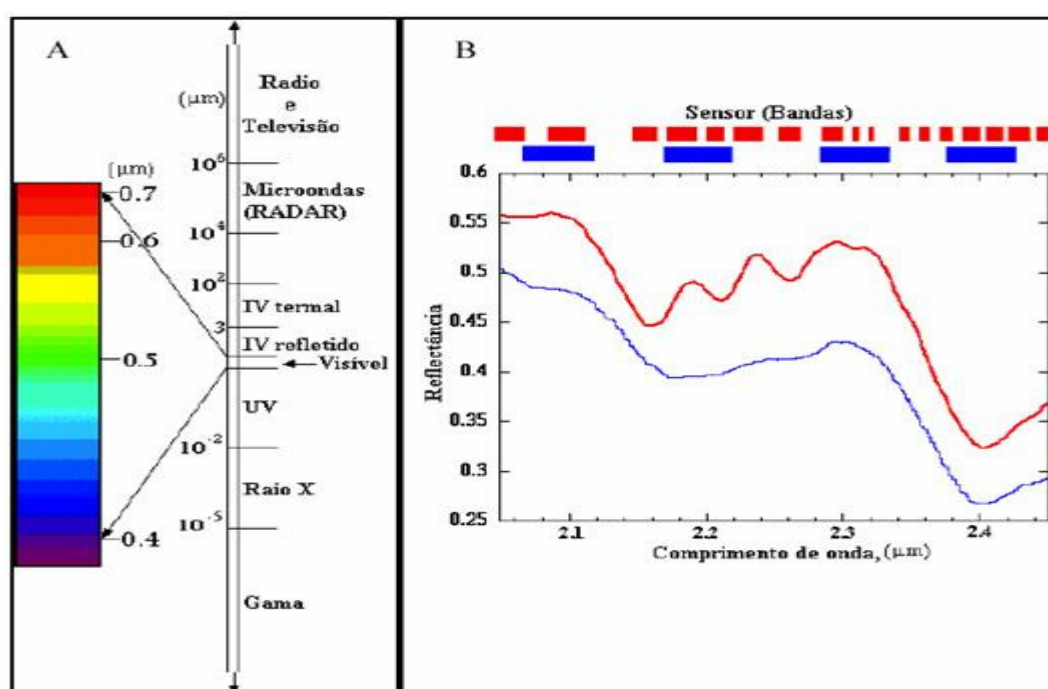


Figura 1: Espectro Eletromagnético (A) e Resolução espectral (B).
Fonte: Jensen e Jackson (2001)

Antunes (2007, pg.15) relata que os satélites de média resolução espacial são os de mais alta resolução espectral, ou seja, a resolução espacial é inversamente proporcional a resolução espectral.

Dado a facilidade de aquisições de imagens e do período das imagens a ser adquirida para elaboração deste estudo, anterior a 2003 e posterior a 2009, escolheu-se os satélites LANDSAT e ALOS, para se aprofundar na descrição de suas características.

2.3.1. LANDSAT:

Antunes (2007, pg16) sugere ser o LANDSAT é a maior fonte de dados digitais em forma de imagens sobre a superfície terrestre pertence ao conjunto de

satélites LANDSAT, programa lançado pela NASA a partir de 1972, para aquisição contínua de dados digitais de sensoriamento remoto. LANDSAT 4 foi lançado em julho de 1982 e o LANDSAT 5 em março de 1984. O LANDSAT 6 caiu e nunca entrou em fase operacional. O LANDSAT 7 foi lançado em abril de 1999, tendo funcionado normalmente até março de 2003, quando interrompeu-se a captação de imagens por problemas técnicos. As imagens apresentam distorções que inviabilizou o seu uso comercial. Uma cena inteira do satélite representa no solo uma área de abrangência de 185 x 185 km. Apesar dos problemas o sistema LANDSAT é ainda o maior provedor de imagens sobre a superfície terrestre.

Satélite	Sensores	Nº Banda	λ (μm)	Resolução (m)
LANDSAT - 7	ETM+	1	0,45 – 0,52	30
		2	0,53 – 0,61	30
		3	0,63 – 0,69	30
		4	0,78 – 0,90	30
		5	1,55 – 1,75	30
		6L	10,40 – 11,25	60
		6H	11,50 – 12,50	60
		7	2,09 – 2,35	30
	PAN	8	0,52- 0,90	15

Quadro 2 – Principais características do sensor de satélite LANDSAT 7.

Fonte: Nasa (National Aeronautics and Space Administration)

Elaboração: Liu, et al.(2005)



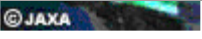
2.3.2. ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*)

Segundo o IBGE(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) o satélite e ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) foi lançado do centro espacial de Tanegashima, pela Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa em 24 de Janeiro de 2006. O satélite ALOS tem 3.5m de largura por 4.5m de comprimento e 6.5m de altura, os seus painéis solares medem 22m x 3m, o seu peso bruto é de perto de 4 toneladas, o que faz dele um dos maiores satélites de Observação da Terra.O programa Japonês de satélites de Observação da Terra é constituído de 2 séries principais de satélites: os que são feitos para observação atmosférica e marinha de um lado, e os que servem para observação dos continentes por outro lado. O ALOS, que sucede aos satélites JERS-1 (*Japanese Earth Resources Satellite-1*) e ADEOS

(*Advanced Earth Observing Satellite*) na família dos satélites de observação dos continentes, com tecnologia aprimorada foi criado para ser usado para cartografia, monitoramento e exploração de recursos naturais. Este satélite deixou de funcionar em abril de 2011.

O ALOS possui três instrumentos imageadores de Sensoriamento Remoto.

- PRISM: Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping;
- O AVNIR-2: Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2;
- O PALSAR: Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar.

Sensor	ResoluçãoEspacial Largura Faixa de Imageamento	Utilização
 PRISM	Resolução Espacial : 2.5 m Faixa Imageada : 70 km no modo nadir	Cartografia, mapeamento, planejamento urbano, agricultura, estudos florestais, estudos costeiros, monitoramento de enchentes, geologia, simulações 3D, etc...
 AVNIR-2	Resolução Espacial : 10 m Faixa Imageada: 70 km	Indicado para todas as aplicações temáticas que dizem respeito ao meio ambiente, vegetação, agricultura, recursos renováveis e não renováveis. Muito polivalente, podendo ser visualizado em cores verdadeiras(3-2-1 em R-G-B) ou falsas cores (4-3-2 em RGB) ou cores naturais simuladas (3-4-2 em R-G-B).
 PALSAR	Resolução Espacial : 10 m no modo fine 100 m no modo Scan Sar Faixa Imageada: 70 km no modo fine, 250 a 350 km no modo Scan SAR	Indicado para estudos geológicos, interferometria, imageamento em regiões de densa cobertura de nuvens.

Quadro 3 – Apresentação comparativa dos 3 sensores imageadores do ALOS:

Fonte:IBGE.

Elaboração: Engesat (2010).

2.4. NAVSTAR-GPS:

Por Nadal (2004,pg.08), O NAVSTAR-GPS (*Navigation System with Time And Ranging-Global Positioning System*) é um sistema de navegação através de sinais de rádio, baseado numa constelação básica de 24 satélites artificiais (21 satélites regulares e três de reserva) desenvolvido e mantido pelo departamento de defesa dos Estados Unidos. Em princípio, só visava atender aos interesses da força militar americana, entretanto, pelo seu grande potencial, estendeu-se a setores não-militares. Atualmente, é um dos sistemas mais preciso na determinação da posição tridimensional, na navegação e em informações sobre o tempo.

2.5. SENSORIAMENTO REMOTO

Por Antunes (2007, pg.02), sensoriamento remoto pode ser definido como uma técnica de extração de informações de objetos ou fenômenos encontrados na superfície terrestre, sem que haja contato físico com estes.

Segundo Florenzano (2002, pg.10), a energia refletida ou emitida pela superfície terrestre e captada por sensores eletrônicos, instalados em satélites artificiais, é transformada em sinais elétricos, que são registrados e transmitidos para estações de recepção na Terra, equipadas com enormes antenas parabólicas. Os sinais enviados para essas estações são transformados em dados na forma de gráficos, tabelas ou imagens. Dentre os produtos de sensoriamento remoto, aqueles oriundos de sistemas orbitais apresentam algumas vantagens sobre os demais sistemas, para o levantamento e estudo de alvos que apresentam aspectos dinâmicos, tais como feições da cobertura vegetal e uso da terra. Isso se deve principalmente ao fato que os sistemas orbitais proporcionam um constante fluxo de dados multiespectrais sobre alvos da superfície terrestre de forma repetitiva e sinóptica, a custos relativamente baixos.

2.5.1. Processamento digital de imagem

De acordo com Antunes (2007, pg.30) o objetivo do uso de processamento digital de imagens, consiste em melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o analista humano e fornecer outros subsídios para a sua

interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos. Os procedimentos mais comuns são: Realce, composição colorida, correção geométrica, classificação, filtragem e interpretação.

2.5.2. Classificação de imagem

Florenzano (2002, pg.41) considera as imagens obtidas por sensores remotos como dados brutos que, para serem transformados em informação, necessitam serem analisados e interpretados e para isso se torna necessário identificar e dar um significado aos objetos observados. Crósta (1992, pg97) cita que um dos objetivos principais do sensoriamento remoto é a extração de feições das imagens brutas por meio do processo de Classificação ou Categorização dos Pixels, por meio de amostragem estatística. Define-se como classificação das imagens de sensoriamento remoto, a associação a cada pixel uma informação qualitativa (atributo). Os valores de cada nível de cinza (DN) para cada pixel pode ser associado à refletância dos materiais que o compõem no terreno. Desta forma, cada pixel ou um conjunto de pixels está associado a uma classe ou tema. Quando esse tipo de operação é efetuado para todos os pixels de uma determinada área, o resultado é um mapa temático, mostrando a distribuição geográfica de um tema, tal com vegetação ou solo exposto. Pode-se dizer então que uma imagem de sensoriamento remoto classificada é uma forma de mapa digital temático. Quando esta imagem é reorganizada para se ajustar a uma dada projeção cartográfica, torna-se um importante elemento para ser incorporado a um sistema geográfico de informações.

2.5.2.1. Classificação Supervisionada

Antunes (2007, pg.52) descreve a classificação supervisionada como a classificação controlada pelo usuário ou conhecedor da área a ser classificada. Baseado na chave da fotointerpretação o analista seleciona na imagem amostras (pixels) de feições conhecidas previamente. Estas amostras devem representar o melhor possível as feições a serem classificadas. Este tipo de classificação é indicado quando o analista tem facilidade de reconhecer todos os padrões de imagem e classes bem distintas entre si. O analista deve primeiramente determinar as classes e posteriormente as assinaturas, ou seja, o conjunto de dados

estatísticos de cada amostra coletada na imagem. Através de análise estatística pode se determinar a qualidade da amostra.

Liu (2006, pg.764) se refere aos métodos de classificação supervisionada aos fundamentos dos classificadores que usam as funções estatísticas para analisar e comparar as características das reflectâncias espectrais dos pixels com as características de uma determinada classe.

Crosta (2002, pg.104) descreve uma área da imagem que o usuário identifica como representando uma das classes, chamada de área de treinamento. Uma área de treinamento é definida pelo usuário traçando-se seus limites diretamente sobre a imagem, no monitor do vídeo do sistema de processamento de imagem.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO DO IMÓVEL EM ESTUDO:

A área de estudo compreende um imóvel rural localizado na região Centro-Norte do Paraná, sendo parte no município de Faxinal - PR (3.646,00 ha) e outra parte no município de Ortigueira –PR (6.920,05 ha) , perfazendo um total de área de 10.566,05 ha . Localiza-se a 20 km da sede do município de Faxinal-Pr e 45 km da sede do município de Ortigueira-Pr, por rodovias municipais cascalhadas. Está a 340 km de Curitiba- PR, sentido sul e a 650 km de São Paulo – SP, sentido norte. “As coordenadas geográficas da sede do imóvel são Latitude: 24º 10’ 13” S e Longitude: 51º16’46”W. O roteiro de acesso saindo de Curitiba pela BR-376 (Rodovia do Café) sentido norte do estado no Km 300, entra na PR-445, sentido Faxinal por 20 km, chegando nesta cidade dirige-se por estrada cascalhada sentido ao bairro rural Vista Alegre, localizado no município de Ortigueira, no Km 20 a direita chegasse ao imóvel. Antes da invasão o nome do imóvel era “FAZENDA NOSSA SENHORA DO CARMO”, hoje é chamado pelos acampados de “ASSENTAMENTO MAILA SABRINA”. Também se situa na foz do Rio Pereira com o Rio Alonso e próximo da Ferrovia que liga Maringá a Paranaguá.

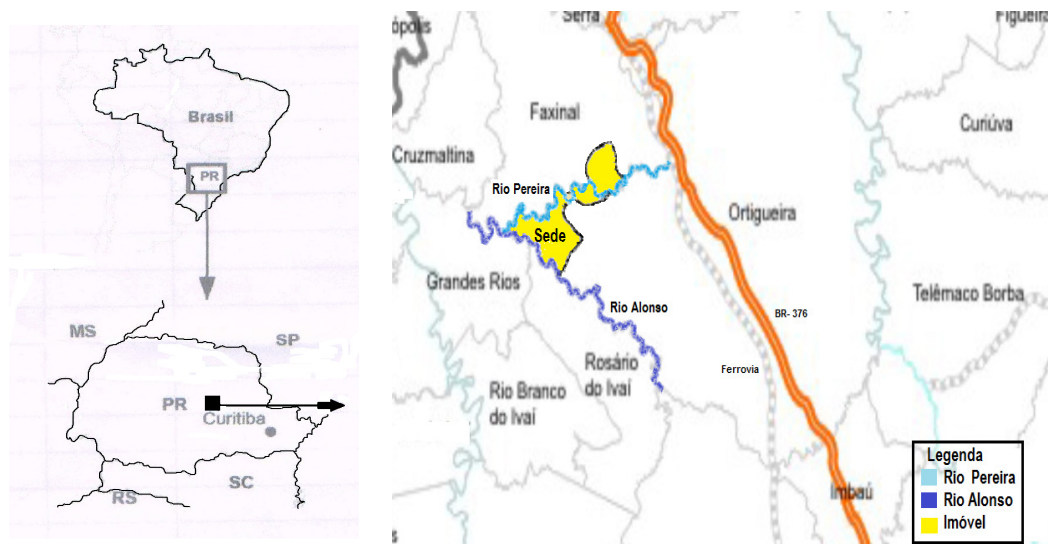


Figura 02 - Localização do imóvel analisado.

Fonte: IBGE e Paraná Cidade

Elaboração: O Autor (2010).

3.2. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA:

3.2.1. GEOLOGIA:

A região faz parte do Terceiro Planalto Paranaense, e sua geologia é caracterizada pela Formação Serra Geral, pertencente ao Grupo São Bento. O solo da região é de origem basáltica, mas conforme a sua localização, em topografia mais plana e acidentada, apresenta tipos de solos diferentes, conseqüentemente de fertilidade variável. Os principais tipos de solo da região são: Terra roxa estruturada, Litólicos, Latossolo vermelho-escuro e Podzólico vermelho-amarelo.

3.2.2. TIPOS DE VEGETAÇÃO:

A vegetação encontrada nas áreas de preservação ambiental (RL e APP) são matas nativas de espécies do bioma “MATA ATLÂNTICA” e a vegetação exótica predominante é a Braquearia brizanta, utilizada nas pastagens de Bubalinos e Bovinos. Em menor grau encontram-se áreas com cultivos de lavouras anuais, onde se destaca o milho e feijão. A silvicultura do imóvel é composta por eucalipto, dos gêneros *saligna* e *grants*.

3.2.3. TIPO DE CLIMA E RELEVO:

A região possui, segundo Köppen, Cfa - Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês

mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR,1999). O relevo se classifica em sua maioria como Ondulado, onde se exerce as atividades econômicas de “pecuária de corte extensiva” e “silvicultura”, com grau de inclinação em torno de 15% a 20%.Em menor índice ocorrem áreas com topografia “Suave Ondulada”, onde a exploração principal é com cultura anuais como Feijão e Milho (IBGE,1999).

3.3. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADA NO PROCESSO:

3.3.1-Imagens de Satélite e coletora de sinais de GPS:

Para atender as necessidades deste projeto, foram utilizadas imagens orbitais do satélite japonês ALOS, sendo uma imagem multiespectral, sensor AVNIR-2 (cena ALAV2A181534070) tomada em **21-06-2009**. Também foram adquiridas imagens orbitais do satélite americano LANDSAT-7 sensor ETM+ (órbita 22277), com data de tomada das cenas de **08-03-2002**. Foi utilizado o GPS Leica GS-20, composto com frequência L1 e código CA, para coleta dos pontos de controle, com precisão centimétrica após o pós-processamento e com posição métrica em nível de campo sem pós-processamento.



Figura 03 – Coletora de sinais de GPS – GS-20

Fonte:Leica Geosystem

Elaboração: Manfra e Cia Ltda. (2010).

3.3.2-Hardware:

Fabricante do Sistema Operacional: Microsoft Corporation

Nome do sistema: TARCINO-NT

Fabricante do sistema: TOSHIBA

Processador: Intel(R) Core (TM) Dois Duos CPU T5750 @ 2.00GHz, 2000 Mhz, 2 Núcleo(s), 2 Processador(es) Lógico(s)

Nome de usuário: Tarcino-nt\Administrador

Memória Física (RAM) Instalada: 4,00 GB

3.3.3. Softwares:

Para parte dos processamentos e análises dos dados foi utilizado o software ARCMAP do pacote ARCGIS versão 9.3 e outra parte com no software ERDAS IMAGINE 9.2. Para a conversão de arquivos foi utilizado o software GLOBALMAPPER versão 9.02. Também foi utilizado o software topográfico POSIÇÃO integrado ao AUTOCAD e por fim utilizamos o GOOGLE EARTH PRO.



Figura 04 – Software Topográfico Posição

Fonte: Manfra e Cia Ltda. (2010).

Elaboração: Manfra e Cia Ltda. (2010).

3.4. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA UTILIZADA NO PROCESSO:

3.4.1. Aquisição das imagens:

As imagens foram adquiridas da empresa ENGESAT Imagens de Satélites S/C Ltda, localizada na Rua Nilo Peçanha, 466 - Bom Retiro - Curitiba-Pr. Para se fazer esta aquisição foi necessário obter pontos de controle georreferenciados no imóvel, para empresa poder localizar em seus acervos cenas de interesse para este trabalho, para tanto, o imóvel foi visitado, mas antes foi necessária obter uma autorização da liderança do MST, fato este que não foi muito fácil e só foi conseguido por intervenção do departamento de inteligência da Polícia Militar do Paraná e influência de técnicos do INCRA, junto a chefia do movimento. Conseguimos a autorização de permanecer no imóvel por apenas algumas horas, utilizadas para extrair a maior quantidade de dados possíveis, pois sabíamos que dificilmente conseguiríamos outra oportunidade como essa. Com os pontos de controle coletados e descarregado pelo software topográfico POSIÇÃO para o software AUTO CAD 2010, transformamos estes arquivos de DWG para KMZ, com auxílio do *software GLOBAL MAPPER*, desta forma descarregou-se os arquivos no *software GOOGLE EARTH* e os enviamos para empresa ENGESAT para localizar as cenas de interesse. As referidas imagens já vieram tratadas e as suas datas de varreduras atendiam o propósito deste trabalho, pois as imagens do LANDSAT 7 eram anterior a data da primeira invasão, logo, nos proporcionava estudar o imóvel antes da interferência dos invasores. Já a data de varredura das imagens do ALOS era posterior a invasão, nos fornecendo dados do imóvel alterado pelo efeito dos referidos invasores.

3.4.2. Processamento das imagens:

3.4.2.1 - Recorte da poligonal:

Como as imagens já vieram georreferenciadas, com composição RGB adequada e contrastada partiu-se diretamente para a fase de recortar a poligonal do imóvel das demais cenas das imagens. Para tanto foi necessário localizar os vértices do imóvel nas imagens, contando para isso, além dos pontos de controle, de informações de vizinhos e ex-funcionários do imóvel invadido, pois retornar ao imóvel era praticamente impossível. Posteriormente pudemos conferir as

confrontações com os trabalhos de georreferenciamento exercido no imóvel pelo INCRA, em razão do seu interesse ou não em adquirir tal imóvel.

Com a poligonal do imóvel, salva em arquivo DWG, fez-se o seu recorte nas imagens no software ARCMAP 9.3, com os seguintes procedimentos:

a) Adicionar na tela do ARCMAP 9.3, a poligonal do imóvel em DWG e as imagens do LANDSAT 7 e ALOS.

b) No Toolbox selecionar Ferramentas do *Spatial Analyst Tools*.

c) Selecionar: Extração por máscara. Desta forma obtêm-se os layers das imagens recortadas pela poligonal georreferenciada do imóvel, conforme ilustrados abaixo:

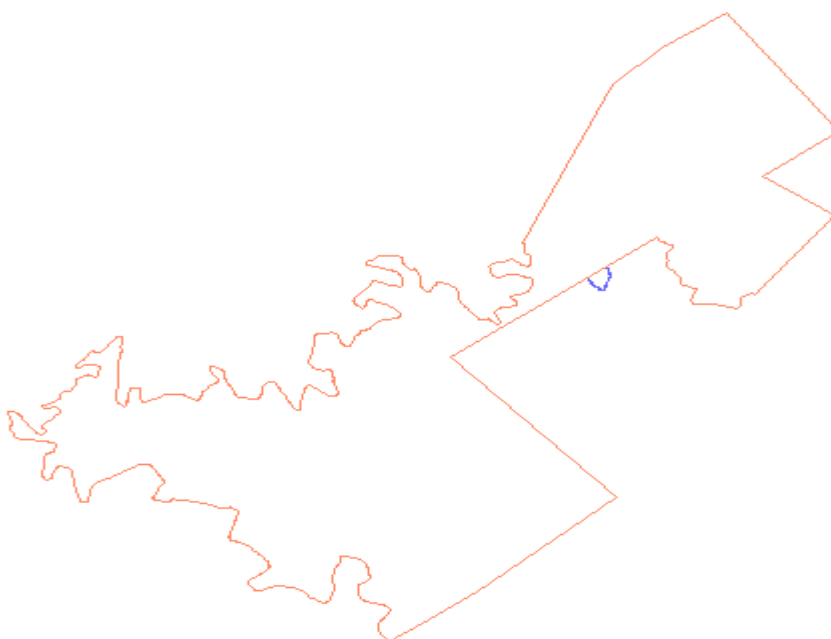


Figura 05 - Poligonal da Faz. Nossa Senhora do Carmo (DWG)

Fonte: INCRA.

Elaboração: O Autor (2010). Software Topográfico Posição/Autocad

3.4.2.2 - Classificação Supervisionada:

A técnica consiste basicamente na criação de assinaturas multiespectrais, as quais constituem critérios para classificação de uso do solo. No Erdas Imagine 9.2, abre-se as imagem do LANDSAT 7 no View 1 e a do ALOS no View 2, com a execução dos seguintes comandos: File > Open > Raster Layer ou simplesmente execute o comando Ctrt + R. Antes de se iniciar o processo de classificação, com a

imagem aberta, deve-se verificar se está com a resolução certa para o respectivo sensor. No caso atual a resolução do ALOS é de 10 metros e do LANDSAT de 30 metros (*pixel size*). É preciso que se diga ao programa quais as amostras que ele deve coletar como representativas de uma determinada classe, para isso deve-se usar a ferramenta de captura das amostras. Este procedimento é feito em AOI > Tools para abrir a caixa de seleção de áreas e juntamente com ela a caixa de agrupamento de amostras, na barra principal em Classifier > Signature editor. Com a ferramenta *create polygon AOI* da AOI Tools são selecionadas as amostras da classe desejada. Posteriormente com a ferramenta Box select da AOI Tools selecione todos os polígonos desta classe, na caixa Signature Editor vá à ferramenta *creat new signatures from AOI*; essa ferramenta fará a captura radiométrica das áreas selecionadas. Ainda na caixa Signature Editor, selecione todas as amostras e mande fazer a união delas, para isso, depois da seleção, é só ir a *merge selected signatures*. Com as amostras coletadas selecionadas e a amostra resultante da união delas não selecionadas, clicar com o botão direito do mouse sobre o número das classes e dê delete selection. Desta forma ficará apenas com uma assinatura resultante da classe. Clicando sobre o nome da classe é possível renomear com o nome de classe desejado. Para coletar amostras de outras classes será preciso apagar os AOI's que foram criados, para isso usa-se o comando *Cut selected objects* em AOI Tools. Todos os AOI's deverão estar selecionados. Para criação das demais classes deverão ser repetidos os procedimentos descritos, com o comando File > Save em Signature Editor.

Para rodar a classificação usa-se o seguinte procedimento *Classify > Supervised em Signature Editor*. Por fim, salva-se a imagem classificada para uso posterior. O método adotado na classificação foi o “Supervisionado por Máxima Probabilidade ou Verossimilhança”, este método estatístico é o mais utilizado em sensoriamento remoto para classificação digital de imagens multiespectrais de média resolução. Assume-se, neste método, que todas as assinaturas e as probabilidades são iguais para todas as classes. Todos os *pixels* da imagem são classificados por esta regra de decisão. Ressalta-se que as classificações estatísticas estão sempre sujeitas a erros e os resultados deverão ser confrontados com a realidade do campo.

3.4.2.3 - Cálculo dos polígonos segregados:

Com a imagem classificada e recortada com a poligonal dos imóveis, na tela do Erdas Imagine 9.2, aciona-se o comando *Measurement Tool for Viewer* – na unidade de distância seleciona meters e na unidade de área escolhe a unidade hectare, o restante deixa por default. Com o mouse vai desenhando os polígonos e quando terminar dá duplo click e aparecerá na tela o valor medido da área (ha) e da linha da poligonal (metros).

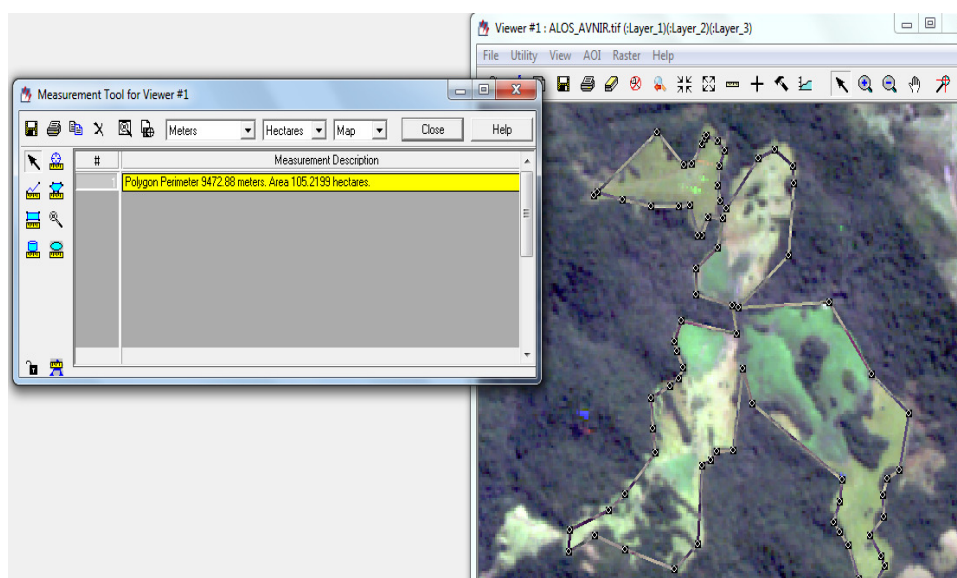


Figura 06– Medição de área de um polígono de pastagem.
 Fonte: ALOS de 21-06-2009. Software Erdas Imagine 9.2
 Elaboração: O Autor (2010).

3.4.3. Cálculo dos índices de produtividade:

Tendo as áreas onde se desenvolve as atividades produtivas, agricultura e pastagem e as áreas onde estão as reservas com matas nativas, devemos buscar dados sobre o rebanho de bovinos e bubalinos e os respectivos valores da produção agrícola, além dos índices de rendimentos estabelecidos pelo INCRA. Com estes dados em mãos e usando das fórmulas de cálculos do GUT e do GEE é possível obter os índices de produtividade do imóvel. Os dados foram extraídos dos autos do processo judicial, onde a quantidade de rebanho que existia no imóvel antes da invasão é comprovada mediante documentação fornecida pela SEAB-PR (Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná). Onde ficou comprovada a vacinação de 5.366 UAs (Unidades Animais).

Como antes da invasão, no imóvel, era exercida a atividade de pecuária extensiva e que segundo o INCRA, a lotação mínima admissível para o referido imóvel é de 0,5 UA / ha, tem-se os seguintes valores:

VALOR 01:

$$GUT = \text{ÁREA DE PASTAGEM} / (\text{ÁREA TOTAL} - \text{RLE} - \text{APP})$$

GUT = Grau de Utilização da Terra

RLE = Reserva Legal Existente

APP = Área de Preservação Permanente

ha = Hectares (10.000 m²)

$$GUT = 5.758,6920 \text{ ha} / (10.579,8926 \text{ ha} - 3.330,8090 \text{ ha} - 1.406,3830 \text{ ha})$$

$$GUT = 0,9856 * 100 = 98,56 \%$$

Este valor é considerado BOM ,por ser superior a 80%.

VALOR 02:

$$GEE = (\text{Nº TOTAL DE UAs} / \text{ÁREA DE PASTAGEM}) / \text{IR}$$

GEE = Grau de Eficiência na Exploração da Terra

IR = Índice de Rendimento (INCRA)

UAs = Unidades Animal

$$GEE = (5366 \text{ UAs} / 5.758,6920 \text{ ha}) / 0,5 \text{ UA /ha}$$

$$GEE = 1,8636 \text{ UAs} / \text{ha} * 100 = 186,36 \%$$

Este valor é considerado BOM, por ser superior a 100%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. QUALIDADE DAS IMAGENS:

Aquisição das imagens fora feita de forma satisfatória apesar de todas as dificuldades de acesso ao imóvel, em razão dos invasores verem com desconfiança a nossa presença no imóvel. Apesar do gasto financeiro para obter as imagens tratadas, ele foi compensatório, em razão da qualidade do material fornecido, que dificilmente seria adquirida por este analista, mesmo sendo conhecedor da metodologia e ter acesso aos *softwares* de tratamentos. O fato do INCRA ter “georreferenciado” o imóvel, também foi um facilitador para termos certeza da legitimidade dos vértices do imóvel estudado, para executarmos o recorte da poligonal, pois até então tínhamos usado as imagem do software “*Google Earth*”, que com ajuda de ex-funcionários e vizinhos do imóvel invadido localizamos as linhas limítrofes, como existe ressalvas quanto ao uso deste software em razão das deformações das imagens provocadas pelo grande número destas que compõem o seu mosaico, somente com o envio da poligonal georreferenciada pelo INCRA em arquivo DWG, foi possível desvendar todas as linhas lindeiras, bem como localizar os vizinhos confrontantes destas linhas. Por certo uma nova visita ao imóvel após termos as imagens em mãos seria altamente benéfico para qualidade dos trabalhos que foram feitos na seqüência, mas este procedimento é muito arriscado e colocaria em risco a integridade física do analista, bem como de sua equipe de auxiliares, logo, tivemos de continuar os estudos sem a revisita ao imóvel.

As figuras 07 e 08 ilustram as imagens recortadas da Fazenda Nossa senhora do Carmo, a primeira, figura 07, se refere às imagens do satélite LANDSAT 7 e a segunda, figura 08, do satélite ALOS. A simples composição colorida destas imagens torna limitada a extração de suas feições, logo, a classificação destas imagens torna-se necessária para dar seqüência aos estudos das áreas.

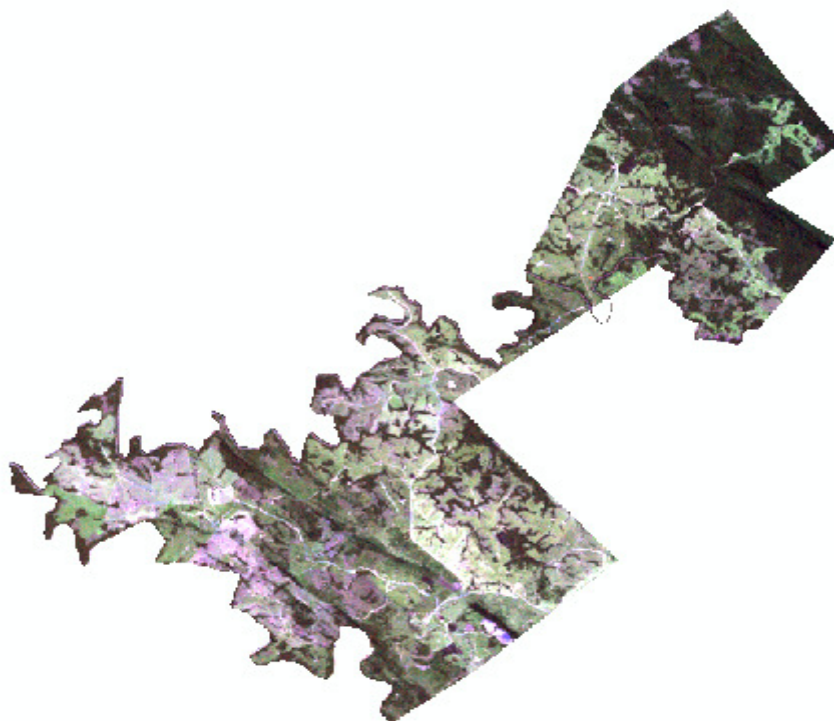


Figura 07 – Imagem recortada. LANDSAT-7 de 08-03-2002.

Fonte:ENGESAT

Elaboração: O Autor (2010). Software Arcmap 9.3.

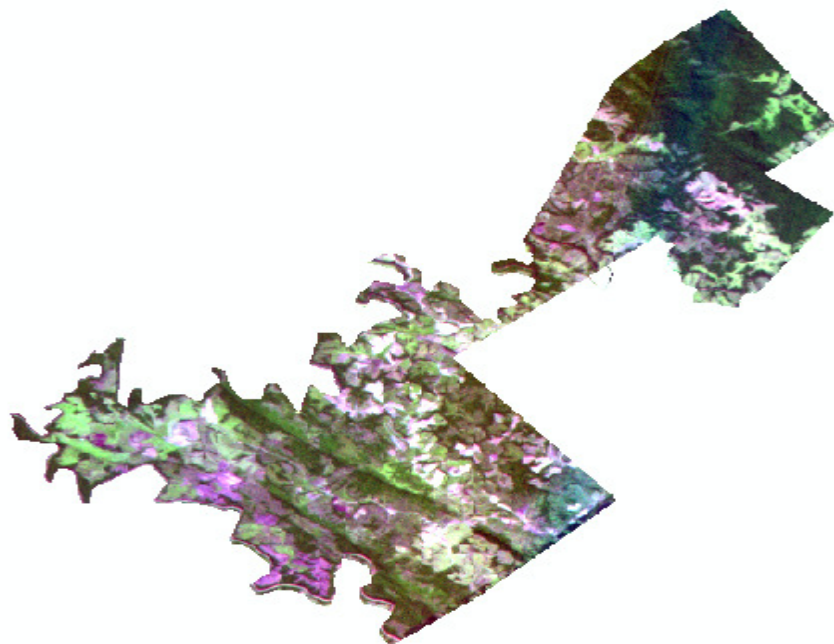


Figura 08– imagem recortada. ALOS de 21-06-2009.

Fonte: ENGESAT.

Elaboração: O Autor (2010). Software Arcmap 9.3.

4.2. CLASSES TEMÁTICAS:

No processamento das imagens, procurou-se uma metodologia, entre outras tantas que existem, para obter dados relacionados ao uso do solo e a “Classificação Supervisionada por Máximo Verossimilhança” demonstrou eficaz neste tema, dada a resolução espectral das imagens serem adequadas para este tratamento. Como a data de varredura do satélite ALOS (21/06/2009) foi em época de queimada das pastagens e não havia culturas temporárias implantadas no imóvel e a limitação da resolução espacial do satélite LANDSAT 7, não foi possível segregar as classes de uso do solo de AGRICULTURA e PECUÁRIA, logo, optou-se por agrupar estas duas classes temáticas em uma única, classificada como USO ECONÔMICO. Por não ter sido averbada a classe MATA NATIVA, como determina o código floresta atual, a RESERVA LEGAL (RL) não foi separada das ÁREAS de PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP). Por fim como as demais classes de uso de solo, tais como: sede, reflorestamento, várzeas e feições não identificadas, compõem áreas reduzidas e de baixo interesse no estudo pretendido por este trabalho, logo, optou-se por agrupar estas classes em uma única classe chamada de OUTROS. Desta forma as classes analisadas se resumiram em número de três, a saber:

a) Classe temática de “USO ECONÔMICO”, formada pela somatória das áreas de PECUÁRIA e AGRICULTURA.

b) Classe temática de “MATA NATIVA”, formada por áreas de preservação ambiental, onde estão inseridas as áreas de RESERVA LEGAL e PRESERVAÇÃO PERMANENTE.

c) Classe temática “OUTROS”, compõe as demais classes de uso não classificadas nos itens acima.

Para o cálculo dos polígonos, que compõem as três classes temáticas analisadas, optou-se pelo método direto, usando as ferramentas do Erdas Imagine 9.2, criando polígonos fechados em cima das feições construídas pelo processo de classificação supervisionado. Desta forma, este analista pode acompanhar o trabalho de forma mais intensa e ter maior controle das distorções que o software pode provocar por interpretações automáticas e sem o conhecimento do local de estudo. O resultado deste processo aprimora o trabalho e apresenta uma melhor

compreensão da metodologia de elaboração tornando-a mais simples e passível de ser repetida com menor grau de complexidade, por outros analistas, a fim de comprovar sua acurácia.

As ilustrações abaixo, figuras 09 e 10, nos mostram como ficaram as imagens recortadas dos dois satélites após passarem pelo processo de classificação supervisionada. Visualmente percebe-se que as áreas de MATA NATIVA, representada pela coloração verde escuro, não se alteraram nos dois momentos que refletem o período pré-invasão (LANDSAT 7) e o período pós-invasão (ALOS). Com relação a classe USO ECONÔMICO, nota-se que a coloração verde clara, representativa da classe PASTAGEM, é mais evidente na imagem LANDSAT 7 e na imagem do ALOS, parte dela foi substituída pela coloração lilás, que podem ser áreas de AGRICULTURA ou áreas de QUEIMADA, justificando o agrupamento destas classes. Em razão das áreas ínfimas da classe temática “OUTROS”, visualmente é difícil sua localização, sendo notada apenas na medição dos polígonos de áreas.

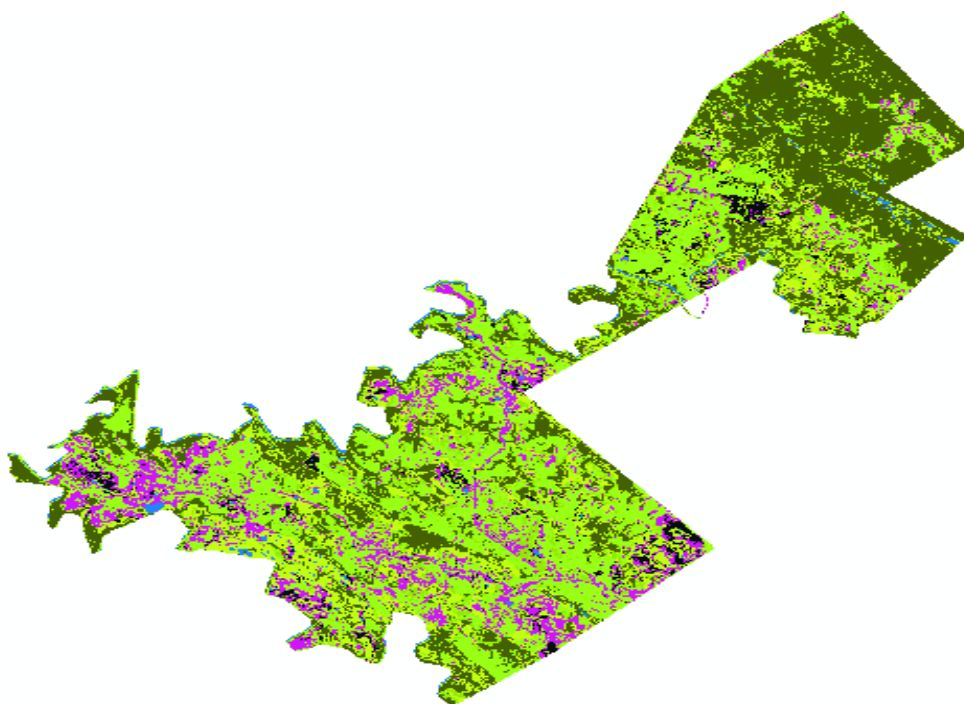


Figura 09 – Mapa temático gerado pela classificação supervisionada para o ano de 2002.

Fonte:ENGESAT - LANDSAT-7 de 08-03-2002.

Elaboração: O Autor (2010). Software Erdas Imagine 9.2

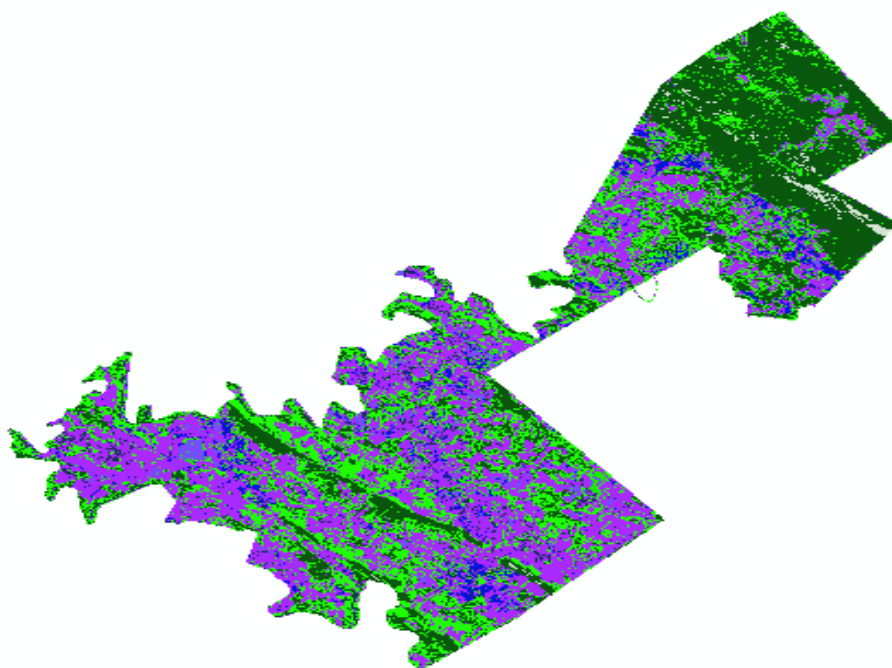


Figura 10– Mapa temático gerado pela classificação supervisionada para o ano de 2009.
Fonte: ENGESAT- ALOS de 21-06-2009.
Elaboração: O Autor (2010). Software Erdas Imagine 9.2.

Com a medição dos polígonos das classes temáticas pode-se montar o quadro abaixo, a fim de se fazer uma comparação quantitativa da variação sofrida nos dois momentos de análise em relação às dimensões das áreas e seus respectivos valores percentuais e ainda em relação à área total do imóvel. Nas classes temáticas USO ECONÔMICO e OUTROS houve aumento de área após a invasão, 252,41ha (2,39%) e 325,81ha (3,08%) respectivamente e uma redução de 578,22 ha (5,47%) com relação às MATAS NATIVAS. Estes dados deixam claro que os invasores avançaram sobre áreas que eram preservadas até 2002, para usá-las nas atividades agrícolas, pastoril e áreas de construção de benfeitorias entre outros.

	2002		2009		DADOS COMPARATIVOS	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
USO ECONÔMICO	5.584,69	52,86	5.837,10	55,24	252,41	2,39
MATAS NATIVAS	3.865,78	36,59	3.287,56	31,11	- 578,22	-5,47
OUTROS	1.115,58	10,55	1.441,39	13,65	325,81	3,08
TOTAL	10.566,05	100,00	10.566,05	100,00		

Quadro 04 – Quantificação de áreas das classes mapeadas .

Fonte: Dados retirados deste trabalho.

Elaboração: O Autor (2010).

Os gráficos, figuras 11 e 12, abaixo têm a intenção de ilustrar em primeiro momento a ocupação em termos percentuais das classes temáticas de uso de solo na área total do imóvel, em um segundo momento visa ter uma melhor visualização das flutuações individuais das classes, observadas em relação às áreas, obtidas através das imagens de satélite, ocupadas nas duas datas consideradas.

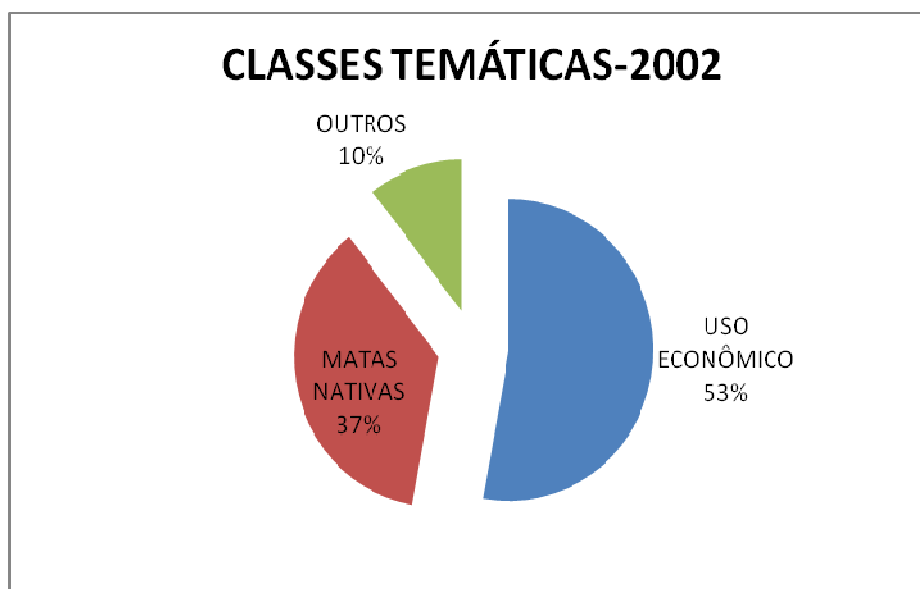


Figura 11 – Distribuição percentual das classes em 2002.

Fonte: Dados retirados deste trabalho

Elaboração: O Autor (2011).

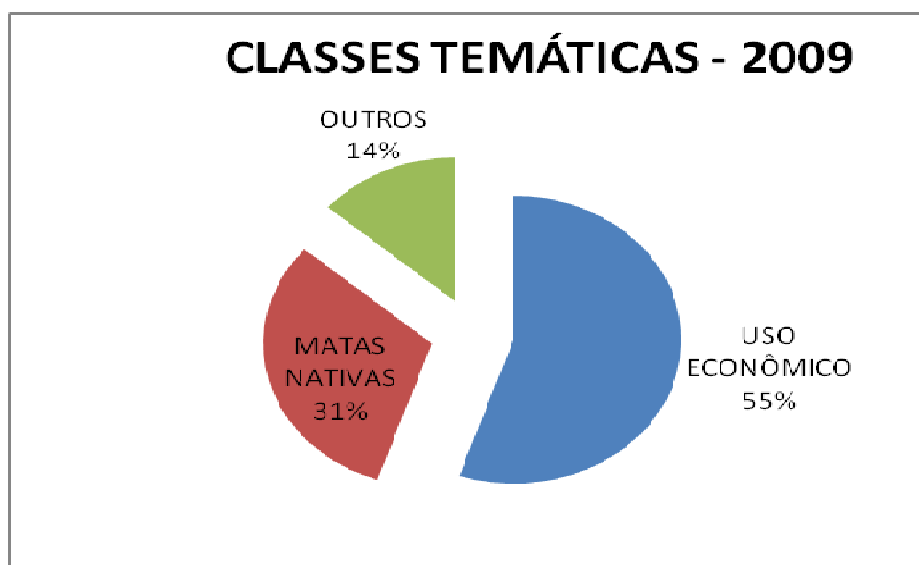


Figura 12– Distribuição percentual das classes em 2009.

Fonte: Dados retirados deste trabalho

Elaboração: O Autor (2011).

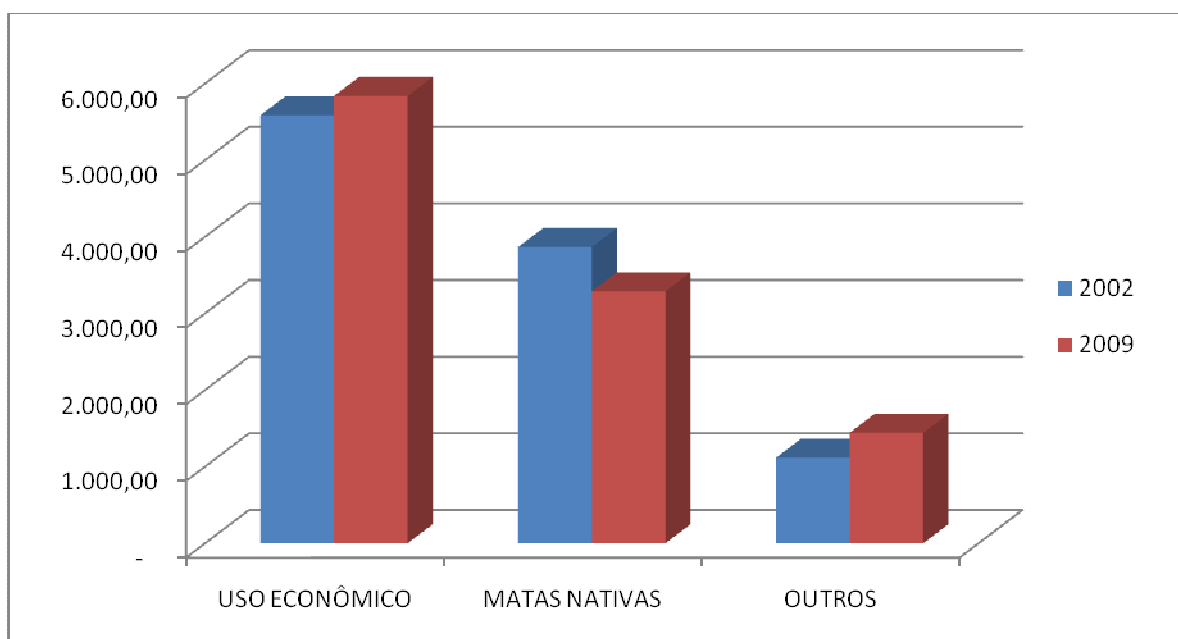


Figura 13 – Distribuição das áreas em 2002 e 2009.

Fonte: Dados retirados deste trabalho

Elaboração: O Autor (2011).

4.3. INTERPRETAÇÃO DOS INDICES DE PRODUTIVIDADE:

Os valores dos índices de produtividades são muito importantes para o trabalho proposto, pois são eles que vão nos dizer se o imóvel é produtivo ou não. Para isso temos que nos ater a legislação atual onde se refere à função social dos imóveis rurais, ditada pela Lei nº 8.629/93 onde traz em seu artigo 6º a definição de propriedade produtiva, transcrita no capítulo 2 deste trabalho.

Com os dados das áreas das classes temáticas do imóvel obtido por métodos de sensoriamento remoto e dados da produção do rebanho obtida no processo judicial em trâmite no fórum da comarca de Faxinal-PR, chegamos aos seguintes valores: GUT (Grau de Utilização da Terra) = **98,56 %** maior que 80% previsto na legislação e GEE (Grau de Eficiência na Exploração = **186,36 %** maior que 100%, previsto na legislação. A propriedade em questão é classificada como GRANDE PROPRIEDADE PRODUTIVA.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Face ao cumprimento dos objetivos propostos, os resultados alcançados pela metodologia desenvolvida se mostraram bastante favoráveis, sendo que merecem algumas observações:

1. Os materiais sensoriados utilizados na metodologia desenvolvida: imagens de satélite LANDSAT-7 (2002) e ALOS (2009) tornaram-se perfeitamente adequados nas delimitações das feições estudadas.
2. Que a metodologia aplicada só se torna coerente com algum conhecimento do imóvel e que as classificações por si só não se torna eficiente, sendo necessárias observações em campo.
3. Que o imóvel estudado não é passível de desapropriação para fins de reforma agrária. (Art. 10, parágrafo único, itens IV e V, do Decreto nº2. 614, de 03.06.1998)

4. Que as 250 famílias que ocupam o imóvel não têm para onde ir e é obrigação do Estado atendê-las. (Autos: 493/2005 – Ação de Reparação de Danos - Comarca de Faxinal-PR)
5. Que o proprietário deverá ser ressarcido dos bens depredados e desaparecidos e do lucro cessante pelo período de invasão. (Autos: 493/2005 – Ação de Reparação de Danos - Comarca de Faxinal-PR)

Este trabalho atingiu os objetivos almejados, pois dados os fatos relevantes levantados em epígrafe, com toda certeza se constituirá em peças chaves para sentença judicial, que sem estes procedimentos seria impossível de ser decretada. Todos os procedimentos neste trabalho serão de grande valia para serem repetidos em casos semelhantes, pois a metodologia é simples e os dados são de fáceis aquisições.

Os custos para elaboração dos procedimentos deste trabalho ficam restritos aos itens abaixo:

a) Aquisição das imagens tratadas ALOS e LANDSAT.....	R\$ 1.600,00
b) Licença do software POSIÇÃO.....	R\$ 1.500,00
c) Licença do software GLOBAL MAPPER.....	R\$ 1.500,00
d) Licença do software AUTO CAD 2010.....	R\$ 4.500,00
e) Licença do software ARCGIS 9.3.....	R\$ 4.500,00
f) Licença do software ERDAS IMAGINE 9.2	R\$ 4.500,00
g) Horas trabalhadas no campo e escritório.....	R\$ 15.000,00
TOTAL.....	R\$ 37.600,00

Vale ressaltar que os custos para aquisição das licenças dos softwares e das imagens são relativos, em razão que poderão ser usados em outros trabalhos vindouros.

Caso fossem utilizados dados de sensores ópticos de alta resolução espacial, como o WORLDVIEW-2, com resolução espacial de 50 cm, bandas RGB, cenas deste ano, custariam R\$11.608,00 (Fonte: Globalgeo). A outra proposta consultada é do sensor óptico GEOEYE, também com 50 cm de resolução espacial colorida e de 2011, ao custo de R\$7.500,00 (Fonte: Engesat). Como a imagem do GEOEYE, é totalmente do acervo da empresa, apresenta custo menor frente a imagem do WORLDVIEW-2, que parte deverá ser adquiridas mediante programação.

Optamos em trabalhar com imagens de média resolução espacial em razão do baixo custo de aquisição, da alta resolução espectral, sendo um facilitador na classificação e por prestarem todas as informações necessárias para se extrair as informações necessárias. Não havendo, desta forma, necessidade de gastos maiores para a aquisição de imagem de alta resolução.

Com relação ao uso de softwares livres foram preteridos pelos softwares pagos em razão do autor ter maior convivência com estes e por encontrar dificuldades no manuseio dos livres.

Acreditamos que em breve os *softwares* livres terão suas plataformas de comando mais amigáveis e as imagens de alta resolução espaciais serão mais acessíveis e com maior resolução espectral, desta forma substituirão os *softwares* pagos e as imagens de média resolução espacial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANTUNES, Alzir Felipe Buffara. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto** Apostila. Curitiba: CIEG/UFPR. 2007.

BRASIL, Presidência da República Federativa do. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto nº. 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4504.htm. Acesso 17/01/2011.

CROSTA, Álvaro Penteado. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Instituto de Geociências, UNICAMP. Campinas, 1992.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Cartilha “Classificação Digital de Sensoriamento Remoto: Tutorial Básico”, Campinas, SP, 2006..

ERDAS, Erdas field guide. Manual Erdas Imagine 8.6, Atlanta, 2002.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de Satélite para estudos Ambientais**. São Paulo – SP: Oficina de Texto, 2002.

IAP, Instituto Ambiental do Paraná - Cartilha “Reserva Legal e Área de Preservação Permanente e SISLEG”, Curitiba, Pr, 2005.

IAPAR, Instituto Agrônômico do Paraná – “Solos do Paraná”, Curitiba, Pr, 1999.

JENSEN, J. R.; JACKSON, M. W. Introductory digital remote sensing image processing. v. 3. modulo 1: The remote sensing process. Disponível em www.cla.sc.edu/geog/rs1ab/. Acesso em 15/01/2011.

LIU, William Tse Horng. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande, MS, Editora UNIDERP, 2006.

VARELLA, Varello Dias. Introdução ao Direito a Reforma Agrária. Editora de Direito Ltda. Leme-SP, 1.998.

NADAL, Carlos Aurélio. **Cartografia Aplicada ao SIG**. Apostila. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2007.

PASSOS, Everton. **Metodologia Científica Aplicada**. Apostila. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2007.

REMOTO, Imagens de Sensoriamento. Erdas Imagine Fundamentos. Imagem, São José dos Campos - SP, 2008.

SCHIMITZ, Lisana Katia. **Treinamento em arcview gis 9.3.** Básico e Avançado. Apostila. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2009.

YEE, Zung Che. **Perícias Indenizatórias de Invasões de Terras Rurais.** Aspectos Processuais e Casos Práticos. Juruá Editora. Curitiba-PR, 2009.